

|             |   |
|-------------|---|
| Title       | 国際研究会 "New Development of Numerical Simulation in Low-Dimensional Quantum Systems: From Density Matrix Renormalization Group to Tensor Network Formulation" (研究会報告) |
| Author(s)   |   |
| Citation    | 物性研究 (2011), 95(6): 596-596   |
| Issue Date  | 2011-03-05  |
| URL         | <a href="http://hdl.handle.net/2433/169467">http://hdl.handle.net/2433/169467</a>   |
| Right       |   |
| Type        | Others  |
| Textversion | publisher   |

## 研究会報告

研究会番号：YITP-W-10-15

### 国際研究会 “New Development of Numerical Simulations in Low-Dimensional Quantum Systems: From Density Matrix Renormalization Group to Tensor Network Formulations” 報告

開催日時：2010 年 10 月 27 日～2010 年 10 月 29 日

開催場所：京都大学基礎物理学研究所 パナソニック国際交流ホール

参加者数：70 名

#### 【研究会の目的・趣旨】

密度行列繰り込み群法 (DMRG) は、1993 年の S. R. White による提案以来、一次元スピン系・電子系の基底状態を研究する数値的研究手法として物性理論の発展に大きく寄与してきた。現在では、一次元スピン系・電子系の研究には欠かせない手法となっている。最近では基底状態だけでなくより複雑な物理的性質に対してこの DMRG が応用されている。動的性質を計算するための動的 DMRG、有限温度での性質を扱う有限温度 DMRG、非平衡状態の記述が可能な時間依存 DMRG などが挙げられる。DMRG が手がける問題も広がっており、複雑な相互作用を持つ一次元スピン系、格子系と結合した一次元電子系、光学格子系、量子ホール系やグラフェンなどの二次元電子系、量子ドットなどのナノ構造体、電場・光励起による非平衡状態など多彩な研究が繰り広げられている。

一方で、DMRG を二次元量子系に拡張する試みが始まっている。その際、DMRG の波動関数の構造には行列積状態や量子エンタングルメントという概念が含まれていることに注目する。これを二次元量子系に適用するため、局所的に定義されたテンソルのネットワークを用いたテンソル積状態として波動関数を書く必要がある。この波動関数を最適化することで二次元量子系を記述することが可能となる。最適な波動関数を得るには、ネットワークの組み方を工夫する必要がある。その一つとして最近 **Multi-Scale Entanglement Renormalization Ansatz (MERA)** という手法が提案されている。これらの発展は主に国外でなされてきたが、最近国内でも二次元量子系に対して適用する例が報告され始めている。なおエンタングルメントは量子情報ではおなじみのキーワードであるが、DMRG だけでなく凝縮系物理においてもトポロジカル秩序や量子相転移など古典的秩序変数・対称性の破れで記述しにくい相を特徴づけることができるために注目されていることは興味深い。

この分野のコミュニティ形成と情報交換・共同研究推進のため 2008 年 12 月に基研研究会「密度行列繰り込み群法の最近の発展と多自由度系への適用」(物性研究 91-6, pp. 720-739 (2009.3))、2009 年 9 月には日本物理学会秋季大会領域 11 シンポジウム「密度行列繰り込み群(DMRG)の新展開」を開催してきた。本国際研究会はこの流れの中の国際的な研究会として位置づけられる。

以上のような背景のもと、本国際研究会では以下のようなトピックスについて最新成果